

コンニャク乾腐病の防除技術確立に関する研究

著者	贅田 裕行
号	263
発行年	1983
URL	http://hdl.handle.net/10097/16904

論文内容要旨

わが国におけるコンニャク栽培は、特用作物として東北地方から四国、九州に至る広い地域で行われているが、主要な産地は関東地方およびその周辺で、標高が300～600 mの中山間地帯に多く分布している。とくに群馬県は全国の40%以上の栽培面積と50%近い生産量を占め、中山間地帯における基幹作物として、農家経済の重要な位置を占めている。

コンニャクの生産において、いくつかの重要な技術上の問題があるが、なかでも病害はその年の豊凶を左右する最も重要な問題である。とくに、種球価格が生産費の70%を占めるというコンニャクの特異性から、無病健全な種球を確保することが生産安定のために最も重要な鍵となっている。ところがコンニャクの生産が最も多い山間傾斜地においては、耕地の絶対量が少ないこと、収穫までに最低2～3年を要することなどから、必然的に連作が多くなり、土壌病害を中心とした連作障害が多発生し、生産の不安定化と種球の品質低下を招くことになり易い。コンニャクの土壌病害としては、腐敗病、根腐病および乾腐病の3種が重要であるが、その中で最も被害の甚だしい病害は乾腐病である。

本研究は、この乾腐病の発生生態を明らかにするとともに、その防除技術を確立することを目的として実施されたものである。

1 病徴と病原菌

本病は栽培期間全般にわたって発生する。発生部位は主として球茎で、2種類の病徴がある。すなわち、表面が粗皮状を呈するサメハダ症状と、内部組織が褐変腐敗し、のちに乾固する乾腐症状である。接種時期とその病徴出現率から、前者は新球茎形成初期の表皮に感染したときの病徴であり、後者は生育後期に傷口等から内部組織に感染したときの病徴である。

罹病球から分離された *Fusarium* 菌を種球に有傷接種して植付けたところ、前記病徴と同様の症状を生じた。また、ジャガイモ、サツマイモおよびレンコンにも病原性を示した。本分離菌のPDA培地上における生育適温は25～30℃で、pHは5.5以上で生育は良好である。また、分生胞子を多数形成する。小型分生胞子は1～2個の隔膜を有し、分岐した分生子梗先端で擬頭状に着生し、無色単胞、卵形または長だ円形である。大型分生胞子は無色で3隔膜の胞子が多く、まれに4～5隔膜のものもある。形は鎌形状である。胞子の大きさは、小型分生胞子が3～4×4～12 μm、大型分生胞子が4～5×28～45 μmである。

以上の病原菌の諸性質から、コンニャクに寄生する本菌は *Fusarium solani* (Mart.) App. et Wr. f. sp. *radicicola* (Wr.) Snyder et Hans. と同定された。

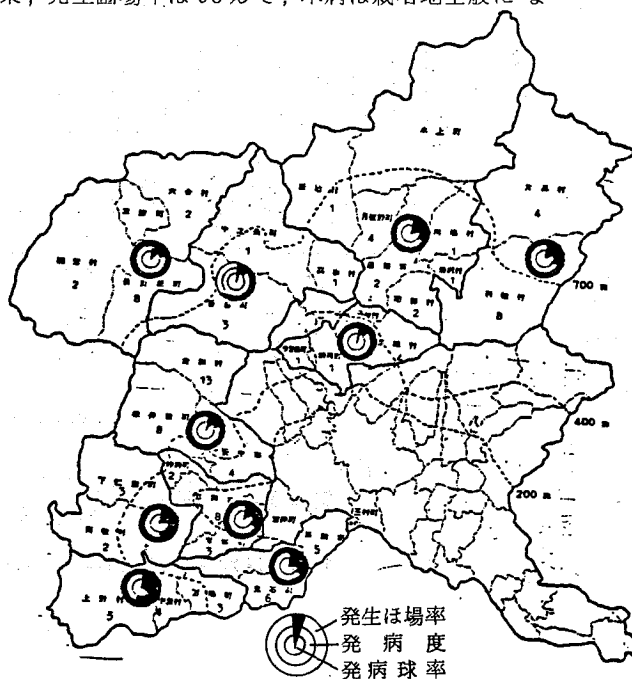
II 群馬県内における発生実態調査

5000ha以上にも及ぶ県内の栽培地における地域別の発生状況、さらにはその多発生要因を明らかにして、本病の防除対策の基礎資料とするために、本病の発生実態調査を実施した。

地域別発生状況：県内 115 圃場を調査した結果、発生圃場率は 98 % で、本病は栽培地全般にまん延していることが明らかとなった（第 1 図）。

また、この発生分布を地帯別にみると、中間および山間地帯は平坦および高冷地帯と比較して発病球率および発病度が高かった。

発生環境調査：発生を助長または抑制すると思われる環境条件は以下のとおりである。土壌の種類では洪積土壌に発生が多く、火山灰土壌に少ない。土性では乾燥しやすい砂土に発生が多い傾向を示した。土壌 pH では 6.6 以上の圃場で多発傾向がみられた。圃場の傾斜角では排水の良好な急傾斜ほど発生が多く、ここでも乾燥気味の圃場に発生の多いことが示唆された。また、連作年数の長い程発生が多い。品種では在来種に発生が多く、新交配育成種の“はるなくろ”での発生は比較的少なく、本品種はやや強い抵抗性を持つと推察された。



第 1 図 群馬県におけるコニャク乾腐病の発生分布

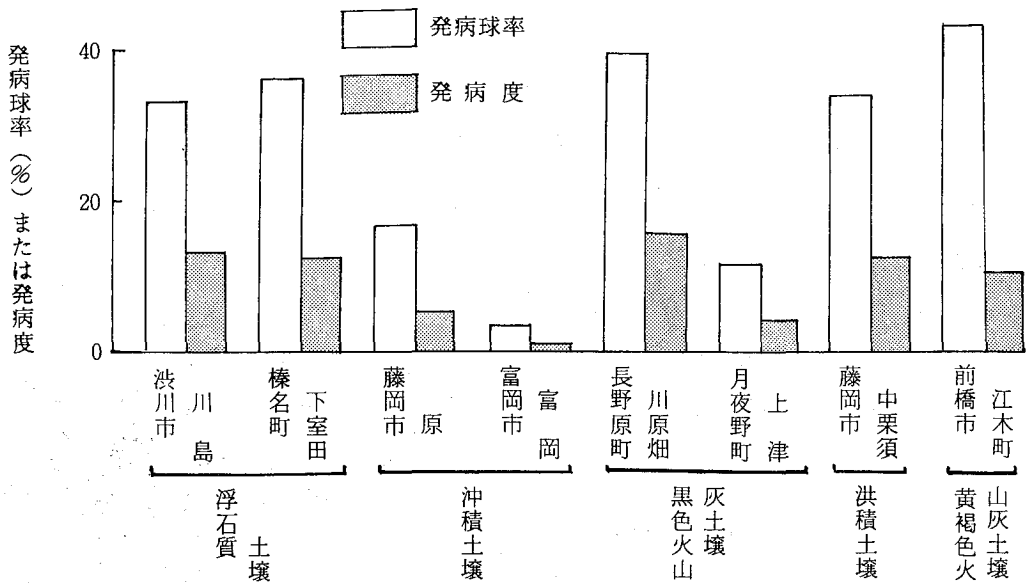
注) 各市町村に付した数値は調査は場数を示す。

III 土壌ならびに栽培条件と発病との関係

発生実態調査の結果から、乾燥し易い土壌および圃場に本病の発生の多いことが示唆されたので土壌ならびに栽培条件と発病との関係を検討した。

1. 土壌と発病との関係

土壌の種類と発病との関係では、浮石質土壌および洪積土壌で発生の多い傾向が認められ、沖積土壌では少なかった（第 2 図）。



第2図 土壌採集地とコンニャク乾腐病の発生

注)

$$\text{発病度} = \frac{\sum (\text{発病程度別指数} \times \text{同個体数})}{3 \times \text{調査個体数}} \times 100$$

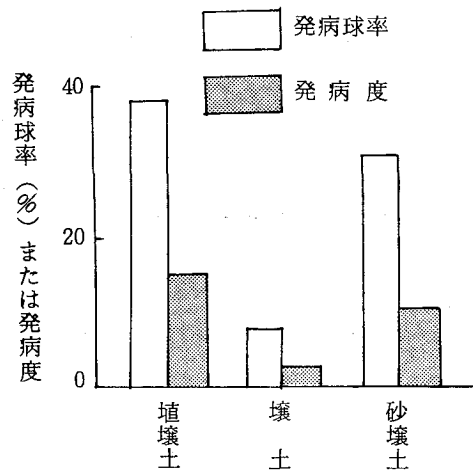
発病程度別指数は球茎の罹病面積で区別する。

- 0 : 健全
- 1 : 1 ~ 10 %
- 2 : 11 ~ 40 %
- 3 : 41 % 以上

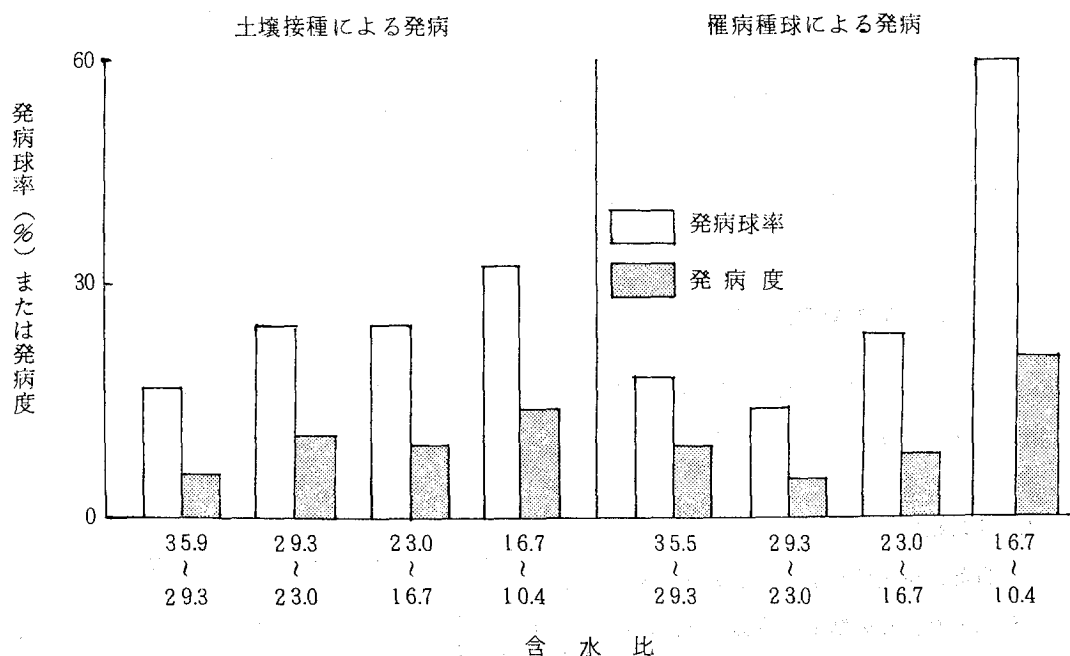
土性と発病との関係では、埴壤土に最も多く、壤土で最も少なかった（第3図）。

土壌水分と発病との関係では、含水比の低い乾燥した土壌で発生が多かった（第4図）。

土壌pHと発病との関係では、pH 4.5で本病の発生が全くみられなかったが、生育、収量とも劣った。pH 6.5前後では生育、収量とも良好であるが、本病の発生も多かった。



第3図 土性とコンニャク乾腐病の発生



第4図 コンニャク乾腐病の発生と土壌水分との関係

以上のことから、本病が多発しやすい浮石質土壌および砂土や砂壤土のような地帯では、保水力の増強をはかるための有機物の投入が本病抑制の重要な対策の一つとなるものと考えられる。

2. 栽培条件と発病との関係

各種有機物を施用し、本病の発生に及ぼす影響について検討した。その結果、鶏ふん、油かすおよびカニ殻は発病を助長した。逆に、エンバクは発病をやや抑えた。一方、球茎重についてみると、各施用区とも無施用区に比べて大きいのが、とくに鶏ふん施用は球茎を大きく肥大させ、エンバク施用がこれに次いだ（第1表）。

第1表 コンニャクに対する有機物施用の影響

区名	生育調査		発病調査		1個当り球茎重
	葉柄長	葉身長	発病球率	発病度	
	cm	cm	%		g
アルファルファ	26.9	20.2	22.2	11.1	99.1
コーヒー粕	26.6	22.6	22.2	7.4	103.3
カニ殻	17.5**	12.2**	55.6*	25.9	90.8
油粕	22.0**	22.8	66.7*	37.0**	94.9
パルプ粕	27.7	25.7*	33.3	11.1	122.4
エンバク	31.1	27.3**	11.1	3.7	125.9
鶏ふん	30.6	25.3*	89.9**	44.4**	133.0*
無施用	28.7	20.1	22.2	7.4	84.4

* : 無施用区に対して、5%水準で有意差がある。
 ** : 無施用区に対して、1%水準で有意差がある。

次に、耕深と発病との関係を見ると、無消毒種球を用いた現地圃場の発生は、消毒種球を用いた農試圃場の発生よりも高かったが、深耕の程度による顕著な発生差は両圃場ともみられなかった。植付深度と発病との関係では、20 cm植付区は5 cmおよび10 cm植付区に比べて発生が少ない傾向を示した。また、植付時期と発病との関係では、植付け後に高温が続くと発生が多く、逆に降水量が多く低温が続くと発生が少なくなる傾向がみられた。

IV 伝染経路の解明

本病の発生生態を解明し、防除法を確立するためには、伝染経路を明らかにすることが重要であると考え、以下の実験を行った。

1. 土壌伝染

自然感染土壌および人工接種土壌を供試した。その結果、消毒土壌区よりも罹病土壌区で、無接種土壌区よりも接種土壌区でそれぞれ高い発病球率および発病度を示した。このことは明らかに本病が土壌中に生息する本菌によって発病することを示している（第2表）。

第2表 自然感染土壌における発病

試験区	出芽率	発病球率	発病度
罹病土壌	93.3 %	53.8 %	31.0
消毒土壌	93.3	14.3	4.8

2. 種球伝染

自然感染種球および人工接種種球を供試した。その結果、自然感染による罹病種球区あるいは人工接種種球区の発病が消毒あるいは無接種種球区の発病よりそれぞれ著しく多かった（第3表）。

第3表 自然感染種球による発病

試験区	出芽率		発病球率	発病度
	7月10日	7月20日		
罹病種球	86.7 %	100 %	64.3 %	33.3
消毒種球	93.3	100	14.3	4.8

注) 植付：6月14日，発病調査：11月4日
供試土壌はクロルピクソン剤で消毒した。

また、発病程度の異なる種球を植付けると、発病程度が高い程新球茎の発病球率および発病度が高くなる（第4表）。

第4表 発病程度の異なる種球植付けと発病との関係

種 球 の 発病程度	出 芽 率	芽腐れ病	種 球 腐 れ 率	地 上 部 黄 化 率	乾 腐 病	
					発病球率	発 病 度
無	100 %	0 %	0 %	0 %	45.0 %	36.7
少	95.0	5.0	0	22.2	70.0	61.7
中	80.0	20.0	10.0	25.0	100	75.0
多	65.0	35.0	55.0	76.9	95.0	83.3

注）無：健全種球 少：罹病面積 1～10 %
 中：同 11～40 % 多：同 41 %以上
 供試土壌はクロルピクリン剤で消毒した。

以上の実験結果は、本病が土壌および種球伝染によって発病することを示している。罹病種球を植付けた場合の発病が、土壌伝染による発病より発病球率および発病度が高い。これは罹病種球からの感染が、土壌からの感染よりも早期に、かつ高頻度に起こるためと考えられる。

V 病原菌の簡易同定法

F. solani f.sp. *radicicola* を培地上の菌叢によって、他の *Fusarium* 菌と識別することは困難である。しかし、本菌を容易に識別できる簡易同定法の確立は、本菌の土壌中での生態を明かにする上に極めて重要である。一方、病原性の判定には通常ポットあるいは野外で育成した植物体に接種してその反応をみるのが一般的な方法である。しかし、この方法では多数の植物を供試する関係上かなりの面積、時間、労力等を要する。したがって、実験室内での簡易同定法の開発が望まれる。本菌は球茎を侵害して腐敗褐変させるので、球茎スライスに接種してその反応をみた。まず、高圧滅菌したスライスでは本菌 *F. solani* f.sp. *radicicola* は特異的な菌叢を形成し、他の *Fusarium* 菌と識別可能と思われたが、中には本菌に類似した菌叢を形成するものもあり、高圧滅菌スライス上では識別し難い場合もある。一方、生スライス上では本菌はこれを容易に腐敗褐変させるが、他の *Fusarium* 菌ではほとんど腐敗が起らず、わずかに褐変を生じるのみであった（第5表）。

以上の結果から、*Fusarium solani* f.sp. *radicicola* の同定に、この生スライス法は十分に活用できる。

第5表 コンニャク生スライス上における各種 *Fusarium* 菌の病原性

保 存 番 号	供 試 菌	腐 敗 変 化	寄 生	採集場所, 分譲先
No. 10	<i>F. solani</i> f. sp. <i>radicicola</i>	++	コンニャク	信州大
25	<i>F. solani</i> f. sp. <i>xanthoxyly</i>	—	サンショウ	"
26	<i>F. roseum</i> f. sp. <i>cerealis</i>	—	ダイズ	"
27	<i>F. rigidiuscula</i>	—	ココア	"
28	<i>F. tricinctum</i>	—	カーネーション	"
29	<i>F. solani</i> f. sp. <i>mori</i>	—	クワ	"
30	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>raphani</i>	—	ダイコン	"
31	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> (J-1)	—	トマト	"
32	<i>F. solani</i> f. sp. <i>phaseoli</i>	—	インゲン	"
33	<i>F. lateritium</i> f. sp. <i>mori</i>	—	クワ	"
34	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i>	—	キュウリ	"
35	<i>F. nivale</i> f. sp. <i>graminicola</i>	±	コムギ	"
36	<i>F. solani</i> f. sp. <i>pisi</i>	—	エンドウ	"
37	<i>F. moniliforme</i>	±	イネ	"
38	<i>F. lateritium</i> f. sp. <i>cerealis</i>	—	ニセアカシア	"
39	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> (J-3)	—	トマト	野菜試
53	<i>F. solani</i> f. sp. <i>radicicola</i>	++	コンニャク	甘楽郡下仁田町
54	"	++	"	"
55	"	++	"	"
56	"	++	"	"
57	"	++	"	"
58	"	++	"	富岡市野上町
59	<i>F. oxysporum</i>	—	"	"
60	<i>F. solani</i> f. sp. <i>radicicola</i>	++	"	"
61	"	++	"	吾妻町長野原町
62	<i>F. oxysporum</i>	—	"	"
63	"	—	"	"
64	"	—	"	"
65	"	—	"	"
66	"	—	"	"
67	"	—	"	富岡市秋畑町
68	<i>F. solani</i> f. sp. <i>radicicola</i>	++	"	"
69	"	++	"	沼田市横塚町
70	"	++	"	多野郡鬼石町
71	<i>F. oxysporum</i>	—	"	安中市中野谷
103	<i>F. solani</i> f. sp. <i>eumartii</i>	—	ジャガイモ	農技研
137	<i>F. solani</i> f. sp. <i>radicicola</i>	++	サツマイモ	信州大

注) ++: 直径 10 mm 以上の腐敗褐変を起す。

±: 接種部周辺がわずかに黒変する。

—: 腐敗褐変を起さない。

VI 品種の抵抗性検定

コンニャクの乾腐病に対する抵抗性品種の研究は現在あまり進んでいない。この原因の一つとして、抵抗性の検定方法が確立していないことが挙げられる。そこで、コンニャク品種の本病に対する抵抗性検定法について検討し、コンニャク育種上の一助にしようとした。

1. 土壌および種球接種による品種の抵抗性検定

コンニャクの5品種に対する土壌および種球接種による乾腐病の発生をみた。その結果、在来種は本病に最も弱く、はるなくろは比較的抵抗性が強かった（第6表）。

第6表 5品種におけるコンニャク乾腐病の発病比較

供試品種	土 壤 接 種		種 球 接 種	
	発病球率	発 病 度	発病球率	発 病 度
在 来 種	39.7 %	27.7	51.3 %	27.9
備 中 種	26.6	15.0	57.4	23.5
支 那 種	35.3	20.5	51.3	24.2
はるなくろ	17.9	13.7	41.9	17.5
あかぎおおだま	18.8	15.5	42.1	20.0

注1) 供試菌株はNo. 10

2) はるなくろ：支那×在来

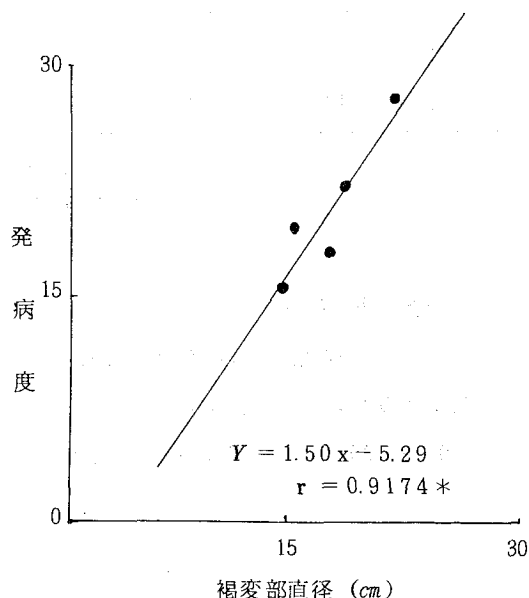
あかぎおおだま：支那×金島在来

2. 生スライス法による抵抗性の検定

前記5品種の生スライス上に本菌を接種し、接種部に生じた腐敗褐変部の直径を接種3日後に調査した。その結果、前記圃場実験の抵抗性検定結果とその傾向はよく類似した。また、圃場実験結果と生スライス上の腐敗褐変部の直径との相関関係をみたところ、高い相関が認められた（第5図）。

一方、同様な方法で5育成系統についても検討した結果、圃場実験結果と生スライス上の腐敗褐変部の大きさに高い相関がみられた。

以上のことから、既存品種では在来種が本病



第5図 スライス褐変部直径とは場の発病度との相関

に対して最も弱い反面，“はるなくろ”および“あかぎおおだま”は在来種に比べて強かった。
また、育成系統では群系 50 号が最も弱く、一方、群系 57 および群系 61 号は群系 50 号に比べて強いことが示された。

以上の結果、この生スライス法はコンニャクの乾腐病に対する抵抗性検定法としても十分活用できる。

VII 総合防除法の確立

本実験では、これまでに得られた耕種的防除対策に加えて、本病に対する有効農薬を探索し、それらに基づいて本病の総合防除法を確立しようとした。

1. 土壌および種球消毒の効果

土壌および種球消毒の効果を調べた結果、種球消毒は発病予防に顕著な効果があり、かつ、球茎重も肥大倍率も増加した（第 7 表）。

第 7 表 圃場におけるコンニャク乾腐病に対する土壌消毒の効果

試 験 区		生 育 調 査		発 病 調 査		収 量 調 査		
土 壌	種 球	出 芽 率	葉 柄 長	発病球率	発 病 度	球 茎 重	肥大倍率	生子重
		%	cm	%		kg		g
消 毒	消 毒	97.9	34.8	15.0**	6.6**	6.75	4.5	493
消 毒	無処理	91.7	32.5	71.8	47.3	5.27	3.5	299
無処理	消 毒	92.6	28.5	15.2**	11.2	6.30	4.2	394
無処理	無処理	80.6	27.3	66.2	44.6	5.20	3.4	207

注) 土壌消毒：クロルピクリン 80% 剤

種球消毒：有機水銀剤

**：1% 水準で有意差があることを示す。

2. 有効農薬の探索

13 種類の農薬について鉢および圃場で種球消毒の効果を調べた結果、キャブタン剤、TMTD 剤およびベノミル剤が有効であった。その中で特に効果も優れ、薬害もないのがベノミル剤で、500～1,000 倍液 30 分浸漬および種球重あたり 0.1～0.4% 粉衣が優れた効果を示した（第 8 表）。

第8表 コンニャク乾腐病に対するベノミル剤の効果

供試薬剤	成分量	処 濃 度	処 理 法	生 育 調 査		発 病 調 査		球茎重
				出芽率	葉柄長	発病球率	発病度	
キャプタン剤	4 %	3 %	粉 衣	92.3 %	34.7 cm	43.3**	31.1**	5.80 kg
ベノミル剤	50	0.1 "	"	95.8	34.1	9.4**	3.7**	4.49
"	50	0.2 "	"	97.2	33.5	13.1**	7.4**	5.11
"	50	0.4 "	"	96.5	32.0	7.2**	2.4**	5.29
"	50	500 倍	浸 漬	100	36.2	11.2**	5.2**	4.73
"	50	1000 倍	"	94.8	33.7	8.9**	5.7**	5.58
有機水銀剤	3.4	1000 倍	"	97.9	34.8	15.0**	6.6**	5.20
無 処 理	—	—	—	91.7	32.5	71.8	46.9	4.27

注1) 処理濃度の％は種球重に対する粉衣量を表わす。

2) ベノミル剤の浸漬時間は30分間、有機水銀剤は60分間。

3) **印は1％水準で有意差のあることを示す。

4) 甘楽郡甘楽町国峰で実施。

一方、種球消毒の能率化および *Erwinia carotovora* 菌による腐敗病防止のため、ベノミル剤の50～100倍液を100～150 ml/m²噴霧する高濃度噴霧法ならびに0.1％量の少量粉衣法を考案した。

3. 総 合 防 除

以上の実験結果から、コンニャク乾腐病に対する総合防除法として、次の事項が挙げられる。

- 1) 抵抗性品種の栽培
- 2) ベノミル剤による種球消毒の励行。
- 3) エンバクの土壌すき込み。
- 4) 石灰の施用。
- 5) 輪作の励行。

審 査 結 果 の 要 旨

本研究はコンニャク生産における重要な障害である乾腐病の発生生態を明らかにすると共に、その防除技術を確立することを目的として実施された。

先づ、本病菌の形態や生理的性質、さらに寄生性から、本菌を *Fusarium solani* f. sp. *radicicola* と同定した。本菌によるコンニャク種球にみられる2種類の病徴を明らかにした。

県内115圃場の発生実態を調査した結果、98%の発病圃場率を示し、発病は中・山間地帯に多いこと、乾燥する圃場に多いこと、品種によって発病差のあることなどが明らかとなった。以上の結果から土壌および栽培条件ならびに品種と発病との関係を検討した。

土壌では浮石質土壌および洪積土壌で、土性では植壤土で発病が多かった。また、乾燥土壌で多発し、pH 6.5 前後では生育、収量とも良いが、本病の発生も多い。有機質肥料では鶏ふん、油かすおよびカニ殻は発病を助長し、エンバクは発病を抑制した。一方、球茎重をみると、鶏ふん施用は球茎を肥大させ、エンバクがこれに次いだ。品種間抵抗性をみると、在来種は最も弱く、はるなくろは最も強く、あかぎおおだまはこれに次いだ。

本病は土壌および種球伝染し、とくに種球伝染による発病被害の大きいことを明らかにした。

土壌中に棲息する各種の *Fusarium* 菌の中から、本病原菌を同定する方法として、コンニャクの生スライスに接種する簡易同定法を考案した。生スライスには本病原菌のみ著しい腐敗を起こした。この生スライス法は品種抵抗性検定にも、薬剤の効力検定にも応用可能であった。

13種の農薬の有効性を調べた結果、ベノミル剤 500～1000 倍 30 分浸漬および種球重あたり 0.1～0.4%粉衣が優れた効果を示した。

以上の実験結果から、コンニャク乾腐病の総合防除法を確立し、もってコンニャクの安定生産に寄与した。ここに本論文は農学博士の学位を与えるに充分であると判断した。